


b5

Fuel cell power plant for electric vehicle, includes control system optimizing cell back pressure and performance under variable external conditions

Patent number: DE10118151
Publication date: 2001-12-13
Inventor: SALVADOR JOHN P (US); DANDALIDES JAMES W (US); PETTIT WILLIAM HENRY (US)
Applicant: GEN MOTORS CORPORATION DETROIT (US)
Classification:
- **international:** H01M8/04
- **european:** H01M8/04C2E2, H01M8/04C2
Application number: DE20011018151 20010411
Priority number(s): US20000584210 20000531

Also published as: JP2001345112 (A)**Abstract of DE10118151**

A modulated pressure regulator downstream of the cathode outlet, varies back pressure of gas leaving the cathode (26). Measurements are taken from the surroundings, and of system operational state. These are sent to a controller (44) modulating the regulator (42), and optimizing system performance in response to surrounding conditions. An Independent claim is included for a corresponding fuel cell system.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



B5R3

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 18 151 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
H 01 M 8/04

②1 Aktenzeichen: 101 18 151.5
②2 Anmeldetag: 11. 4. 2001
④3 Offenlegungstag: 13. 12. 2001 ✓

DE 101 18 151 A 1

③0 Unionspriorität:
584210 31. 05. 2000 US
⑦1 Anmelder:
General Motors Corporation, Detroit, Mich., US
⑦4 Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

⑦2 Erfinder:
Salvador, John P., Rochester, N.Y., US; Dandalides,
James W., Webster, N.Y., US; Pettit, William Henry,
Rochester, N.Y., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Brennstoffzelle mit dynamisch regeltem Gegendruck

⑤7 Es ist ein Brennstoffzellensystem offenbart, das einen
dynamisch gesteuerten Druckregler zur Änderung des
Gegendruckes auf das System bei variierenden Umge-
bungstemperaturen und -drücken umfaßt.

DE 101 18 151 A 1

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Erfindung betrifft Brennstoffzellensysteme zum Antrieb elektrischer Fahrzeuge, die über einen breiten Bereich von Umgebungs- und Betriebsbedingungen verwendet werden, und insbesondere die Optimierung der Leistungsfähigkeit derartiger Systeme unter solchen Bedingungen durch aktives Ändern des Gegendruckes des Systems.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Brennstoffzellen im allgemeinen und PEM-Brennstoffzellen im besonderen sind zur Verwendung als elektrische Antriebsanlagen als Ersatz für Verbrennungsmotoren vorgeschlagen worden. PEM-Brennstoffzellen sind in der Technik gut bekannt und umfassen einen "Membranelektrodenaufbau" (auch bekannt als MEA) mit einem dünnen protonendurchlässigen, festen Polymerelektrolyten, der auf einer seiner Seiten eine Anodenkatalysatorlage und auf der gegenüberliegenden Seite eine Kathodenkatalysatorlage aufweist. Der MEA ist zwischen ein Paar elektrisch leitfähiger Stromkollektoren geschichtet, die auch dazu dienen, Wasserstoff an die Anode und Sauerstoff (d. h. aus Druckluft) an die Kathode zu verteilen. Das H_2 reagiert mit dem O_2 , um Wasser zu bilden, das die Brennstoffzelle hauptsächlich als Teil des Kathodenabgases (auch bekannt als Kathodenabgas (cathode tailgas)) verläßt. Der Kathoden-/Luft-

[0003] Zufuhrstrom (und manchmal der Anoden-/ H_2 -Strom) wird typischerweise befeuchtet, um die Ionenaustauschmembran vor einer Austrocknung zu bewahren.

[0004] Einige Brennstoffzellensysteme verwenden unter Druck gesetzten oder flüssigen Wasserstoff zur Beschickung der Brennstoffzelle. Andere speichern den Wasserstoff chemisch als ein thermisch zersetzbares Hydrid oder physikalisch-chemisch durch eine über Wärme freigebbare Adsorption auf einem geeigneten Adsorptionsmittel (beispielsweise Nanofasern aus Kohlenstoff). Noch andere spalten wasserstoffhaltige Flüssigkeiten auf, wie beispielsweise Benzin, Methanol oder dergleichen, um den von der Brennstoffzelle verwendeten Wasserstoff zu bilden. Um ihren Wasserstoff freizugeben, werden wasserstoffhaltige Flüssigkeiten in einem sogenannten "Brennstoffprozessor" aufgespalten. Ein bekannter Brennstoffprozessor zur Aufspaltung von Benzin ist beispielsweise ein zweistufiger Primärreaktor, der als ein "autothermischer Reformier" bekannt ist. Bei einem autothermischen Reformier wird Benzin und Wasserdampf (d. h. Dampf) mit Luft gemischt und aufeinanderfolgend durch zwei Reaktionsabschnitte geleitet, d. h. einen ersten "Teiloxydationsabschnitt" (POX-Abschnitt) und einen zweiten "Dampfreformierungsabschnitt" (SR-Abschnitt). In dem POX-Abschnitt reagiert das Benzin exotherm mit einer unterstöchiometrischen Menge an Luft, um Kohlenmonoxid, Wasserstoff und niedrigere Kohlenwasserstoffe (beispielsweise Methanol) zu erzeugen. Die heißen POX-Reaktionsprodukte gelangen in den SR-Abschnitt, in dem die niedrigeren Kohlenwasserstoffe mit dem Dampf reagieren, um ein Reformatgas zu erzeugen, das hauptsächlich Wasserstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Wasser, Methan und Stickstoff umfaßt. Ein derartiger autothermischer Reformier ist in der Internationalen Patentveröffentlichung mit der Nummer WO 98/08771 beschrieben, die am 5. März 1998 veröffentlicht wurde. Der Prozeß zur Erzeugung von Wasserstoff aus Methanol ist ähnlich zu demjenigen, der für Benzin verwendet wird, wobei der Primärreaktor entweder (1) nur POX, (2) POX + SR oder (3) nur SR umfassen kann.

Ein bekannter Brennstoffprozessor zur Aufspaltung von Methanol ist ein Dampfreformer, wie er beispielsweise in dem U. S. Patent 4,650,727 von Vanderborgh beschrieben ist. In beiden Fällen erfordern die Dampfreformer Wasser als einen der Reaktanten.

[0005] Die Kohlenmonoxidkonzentration in dem Reformat, das einen Primärreaktor verläßt, ist zu hoch, als daß das Reformat in einer Brennstoffzelle ohne deren Vergiftung verwendet werden könnte. Demgemäß umfassen die meisten Brennstoffprozessoren einen unterstromigen Abschnitt zur Reinigung des Reformates von CO dadurch, daß dieses CO-Trennmembranen, CO-Adsorptionsmedien oder einer sogenannten "Wasser-Gas-Shift"-Reaktion (WGS-Reaktion, auch CO-Konvertierungsreaktion) unterzogen wird, wobei Wasser (d. h. Dampf) exotherm mit dem Kohlenmonoxid reagiert, um $CO_2 + H_2$ zu erzeugen. Die WGS-Reaktion erfordert auch Wasser als einen Reaktanten. Ein sogenannter PrOX-Reaktor (d. h. Reaktor für selektive Oxidation) kann auch unterstromig des Wasser-Gas-Shift-Reaktors verwendet werden, um restliches CO zu entfernen, das den WGS-Reaktor verläßt.

[0006] Es ist bekannt, die Abgase der Kathode und Anode, die eine Brennstoffzelle verlassen, in einem unterstromigen Brenner zu verbrennen, um Wasser zu bilden und Wärme zur Verwendung in dem System, beispielsweise zur Erwärmung des Brennstoffprozessors vorzusehen. Überdies ist es bekannt, daß ein Wassermanagement von Brennstoffzellensystemen, die in Kraftfahrzeuganwendungen (beispielsweise Autos, Lastwagen, Bussen, etc.) verwendet werden sollen, sehr wichtig ist. Diesbezüglich ist es erwünscht, das durch das Brennstoffzellensystem (beispielsweise von dem Brennerabgas und/oder den Abgasen der Brennstoffzelle) erzeugte Wasser zu sammeln und dieses an einer beliebigen Stelle in dem System (beispielsweise in dem Brennstoffprozessor, dem Wasser-Gas-Shift-Reaktor oder einem Befeuchter) wiederzuverwenden, wo es benötigt wird, anstatt eine zusätzliche Wasserversorgung an Bord für derartige Systemanforderungen vorzusehen. Optimal arbeitet das System in einem Zustand, der als "Wasserneutralität" bekannt ist – das heißt, daß das System das gesamte Wasser erzeugt, das das System erfordert. Demgemäß ist es bekannt, einen oder mehrere Kondensatoren an verschiedenen Orten innerhalb des Systems vorzusehen, um Wasser von den verschiedenen Gasströmen zu kondensieren und dieses an einen Wassersammelbehälter zu lenken, von dem es dorthin verteilt wird, wo es benötigt wird. Die Möglichkeit zur wirksamen Kondensation von Wasser, das durch das System erzeugt wird, ändert sich mit den Umgebungsbedingungen, denen das System ausgesetzt bzw. die das System umgeben ist. Daher ist es beispielsweise schwieriger, Wasser bei höheren geographischen Höhen (d. h. niedrigerem Druck) und bei höheren Temperaturen zu kondensieren, als es ist, um Wasser bei niedrigen Temperaturen und hohen Drücken zu kondensieren. Auch wird der Wirkungsgrad des Systems wie auch derjenige der Brennstoffzelle selbst durch die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck beeinflusst. Daher ist beispielsweise die Brennstoffzelle effizienter und kann mehr Leistung erzeugen, wenn sie bei höheren Drücken arbeitet. Überdies kann der Kompressor, der Druckluft für den Brennstoffzellenstapel vorsieht, nur innerhalb eines definierten Bereiches von Betriebsparametern wirksam arbeiten. Diesbezüglich ist die Leistung jedes Kompressors unabhängig davon, ob er ein Kompressor vom Zentrifugal- oder Verdrängertyp ist, durch eine Kompressorleistungs-karte definiert, die (1) eine Darstellung des Kompressor-druckverhältnisses (d. h. Kompressorausgangdruck/Kompressor-eingangdruck) an der vertikalen Achse in Abhängigkeit von der Massenflußrate von Luft an der horizontalen

Achse ist, und (2) die Betriebshüllkurve zeigt, in der eine akzeptable Leistungsfähigkeit für diesen bestimmten Kompressor möglich ist. Der Kompressor-eingangdruck ist gleich dem Umgebungsdruck abzüglich irgendwelcher Tüingangsverluste. Die Betriebshüllkurve (nachstehend "Normalbetriebshüllkurve") ist durch zwei Extreme eingegrenzt, über denen der Kompressor nicht wirksam arbeitet, beispielsweise aufgrund eines Anstiegs des Luftdruckes, einer Erhitzung, einem verstopften Fluß oder einem anderen Zustand, der für den Kompressor oder dessen Leistungsfähigkeit abträglich ist.

[0007] Die vorliegende Erfindung steuert dynamisch den Gegendruck des Systems, um die Wasserrückgewinnung, den Systemwirkungsgrad, die Zellenleistungsfähigkeit und die Kompressorleistung unter variierenden Zuständen von Umgebungstemperaturen und Umgebungsdrücken zu optimieren.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Optimierung der Leistung (beispielsweise elektrischer Ausgang, Kompressorwirkungsgrad, Wasserneutralität, Systemwirkungsgrad, etc.) eines Brennstoffzellensystems unter sich ändernden Umgebungsbedingungen (d. h. Temperatur und Druck). Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, des Typs, der umfaßt: (1) eine Brennstoffzelle mit einem Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einem Kathodenauslaß, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, (2) eine Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle und (3) einen Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle. Das System kann auch einen oder mehrere Kondensator(en) zur Kondensation von Wasser aus einem oder mehreren der Reaktandenströme des Systems und einen Brenner zur Verbrennung von Elektroden-Abgas(en) umfassen.

[0009] Gemäß eines Aspektes der Erfindung ist ein Verfahren vorgesehen, das umfaßt, daß: (a) ein modulierbarer Druckregler unterstromig des Kathodenauslasses zur Änderung des Gegendruckes des Kathodenabgases vorgesehen wird; (b) die Umgebung (beispielsweise Temperatur, Druck, Feuchtigkeit, etc.) erfaßt wird, der das System ausgesetzt ist, und ein Signal bzw. Signale, die diese angeben, an eine Steuerung gesendet werden; (c) zumindest ein Betriebszustand des Systems (beispielsweise gesammeltes Wasser, Kompressor-eingangdruck/Kompressor-ausgangdruck, Systemgegendruck, etc.) erfaßt und ein Signal bzw. Signale, die diese angeben, an eine Steuerung gesendet werden; und (d) der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf die Signale moduliert wird, um die Leistungsfähigkeit des Systems unter derartigen Umgebungs- / Betriebsbedingungen zu optimieren. Der Regler kann ausschließlich in dem Kathodenabgasstrom oder unterstromig eines Brenners positioniert sein, der die Kathoden- und Anodenabgase vor Austrag derselben an die Atmosphäre verbrennt. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der Systemgegendruck erhöht, wenn die Umgebungstemperatur ansteigt, um es zu erleichtern, das Wasser bei erhöhten Temperaturen zu kondensieren. Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist der Systemgegendruck erhöht, wenn der Umgebungsdruck abnimmt (beispielsweise bei hohen geographischen Höhen), um die Beibehaltung eines im wesentlichen konstanten Kompressor-ausgangsdruckes und daher einen im wesentlichen konstanten Betriebsdruck der Brennstoffzelle zu unterstützen. Bei einer noch weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Gegendruck verringert, wenn das

Kompressor-druckverhältnis (d. h. Kompressor-ausgangsdruck/Kompressor-eingangdruck) so ist, daß bewirkt wird, daß der Kompressor außerhalb seiner akzeptablen Betriebshüllkurve arbeitet (beispielsweise in dem Anfahrbereich eines Zentrifugalkompressors).

[0010] Ein anderer Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Ausführung des vorher beschriebenen Verfahrens. Diesbezüglich ist ein Brennstoffzellensystem vorgesehen, das umfaßt: (1) eine Brennstoffzelle mit einem Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einem Kathodenauslaß, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt; (2) eine Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle; und (3) einen Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle. Gemäß dieses Vorrichtungsaspektes der Erfindung umfaßt das System ferner: (a) einen modulierbaren Druckregler in Verbindung mit dem Kathodenauslaß zur Änderung des Gegendruckes des Kathodenabgases; (b) einen Drucksensor zur Erfassung des Kompressor-ausgangsdruckes und zum Senden von Signalen, die diesen angeben, an eine Steuerung; und (c) eine Steuerung in Verbindung mit dem Druckregler und dem Sensor zur Modulierung des Reglers, um so den Gegendruck in Ansprechen auf den Ausgangsdruck des Kompressors zu ändern und den Ausgangsdruck ungeachtet des Umgebungsdruckes im wesentlichen konstant zu halten. Bei einer noch weiteren Ausführungsform der Vorrichtung ist ferner vorgesehen: (i) ein Brenner zum Verbrennen der Anoden- und Kathodenabgase, um ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen; (ii) ein Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag des Abgases von dem Brenner; (iii) ein modulierbarer Druckregler in Verbindung mit dem Abgasauslaß zur Änderung des Gegendruckes des Abgases; (iv) einem ersten Drucksensor zur Erfassung des Umgebungsdruckes und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an eine Steuerung; (v) einen ersten Temperatursensor zum Erfassen der Umgebungstemperatur und zum Senden eines Signales, das diese angibt, an eine Steuerung; (vi) einen zweiten Drucksensor zur Erfassung des Gegendruckes des Abgases und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an eine Steuerung; und (vii) eine Steuerung in Verbindung mit dem Druckregler zur Modulierung des Reglers, um so den Gegendruck in Ansprechen auf die Umgebungstemperatur / den Umgebungsdruck und den Gegendruck zu ändern. Eine andere Ausführungsform umfaßt einen Sensor zur Erfassung des Kompressor-ausgangsdruckes, und die Steuerung variiert den Systemgegendruck über den Druckregler in Ansprechen auf die Umgebungstemperatur / den Umgebungsdruck, den Kompressor-ausgangsdruck und den Systemgegendruck. Bei einer noch weiteren Ausführungsform umfaßt das System einen Kondensator zum Kondensieren von Wasser aus dem Abgas, einen Behälter zum Sammeln des kondensierten Wassers zum Gebrauch in dem System, einen Niveaudetektor in Verbindung mit dem Behälter zur Detektion des Wasserniveaus in dem Behälter und zum Senden eines Signales, das dieses angibt, an eine Steuerung, und eine Steuerung in Verbindung mit dem Druckregler zur Modulierung des Reglers, um so den Gegendruck an dem System in Ansprechen auf die Umgebungstemperatur / den Umgebungsdruck, den Gegendruck und das Wasserniveau in dem Behälter zu ändern.

ZEICHNUNGSKURZBESCHREIBUNG

[0011] Die Fig. 1-3 sind schematische Schaubilder von drei verschiedenen Brennstoffzellensystemen gemäß der vorliegenden Erfindung.

BESCHREIBUNG DER SPEZIFISCHEN AUSFÜHRUNGSGESTALTEN

[0012] Fig. 1 zeigt ein Brennstoffzellensystem 2 mit einer Brennstoffzelle 4, die Wasserstoff und Sauerstoff verbraucht und mit Wasserstoff beschickt wird, der in einem Brennstoffprozessor 6 erzeugt und an die Anodenseite der Brennstoffzelle 4 über Leitung 8 geliefert wird. Da nur ein Teil des Wasserstoffs, der der Brennstoffzelle zugeführt wird, in der Brennstoffzelle 4 verbraucht wird, verläßt ein Rest des H₂ der Brennstoffzelle 4 an dem Anodenauslaß 28 als ein Wasserstoffanodenabgas 10. Die Wasserstoffquelle ist der Brennstoffprozessor 6, der einen Dampfreformer, einen autothermischen Reformer oder eine andere ähnliche Vorrichtung umfassen kann, um Brennstoffe, wie beispielsweise Methan, Methanol, Benzin oder dergleichen, die von Leitung 12 geliefert werden, in Wasserstoff umzuwandeln. Wasser wird von einem Behälter 14 an den Brennstoffprozessor 6 über Leitung 16 zur Reaktion darin (beispielsweise in den Dampfreformer- oder WGS-Abschnitten) geliefert. Der Kompressor 18 liefert Luft an den Brennstoffprozessor 6 über Leitungen 20 und 22. Der Kompressor 18 liefert auch Luft an die Kathodenseite der Brennstoffzelle 4 über Leitung 20. In der Brennstoffzelle 4 wird nicht der gesamte Sauerstoff in der Luft verbraucht. Dementsprechend verläßt sauerstoffhaltiges Abgas 24 die Brennstoffzelle 4 an dem Kathodenauslaß 26. Das wasserstoffhaltige Anodenabgas 10, das die Brennstoffzelle an dem Anodenauslaß 28 verläßt, und das sauerstoffhaltige Abgas 24, das die Brennstoffzelle an dem Kathodenauslaß 26 verläßt, strömen in einen Brenner 30, in dem sie verbrannt werden, um ein Abgas 32 zu erzeugen, das den Brenner 30 an dem Abgasauslaß 34 verläßt. Das Abgas 32 enthält eine erhebliche Menge an Wasser, das in dem Kondensator 36 kondensiert und über eine Rückführleitung 38 zurück an den Wasserbehälter 14 geführt wird. Der Behälter 14 kann eine alleinstehende Einheit (wie gezeigt) sein oder kann einen Teil des Kondensators bilden (nicht gezeigt). Das entwässerte Abgas verläßt den Kondensator 36 über Leitung 40 und wird schließlich über einen modulierbaren Druckregler 42 an die Atmosphäre ausgegast. Eine Steuerung 44 steuert den Druckregler 42, um so den Gegendruck auf das System 2 in Ansprechen auf Signale von einer Vielzahl von Sensoren zu ändern, die verschiedene Betriebsbedingungen des Systems 2 wie auch die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck erfassen. Diesbezüglich erfaßt (1) ein Drucksensor 46 den Einlaßdruck an dem Kompressor 80, (2) ein Drucksensor 48 an dem hinteren Ende des Kompressors 18 den Ausgangsdruck des Kompressors 18 und (3) ein Drucksensor 50 den Druck in Leitung 40, der den Gegendruck darstellt, der von dem Regler 42 auf das System 2 angelegt wird. Ein Temperatursensor 52 erfaßt die Umgebungstemperatur, und ein Drucksensor 53 erfaßt den Umgebungsdruck, der das Brennstoffzellensystem 2 umgibt. Ein Wasserniveausensor 54 erfaßt das Niveau des Wassers in dem Wasserbehälter 14. Die Steuerung 44 nimmt die Form einer herkömmlichen auf einem Allzweck-Digitalcomputer beruhenden Steuerung an, die so programmiert ist, um die Modulierung des Reglers in Ansprechen auf Umgebungs- und Systembetriebsbedingungen zu steuern. Demgemäß umfaßt die Steuerung einen allgemeinen Digitalcomputer mit zugeordnetem Nurlesespeicher (ROM), einem Schreib-Lese-Speicher (RAM), einem elektrisch programmierbaren Nurlesespeicher (EPROM), einem elektrisch programmierbaren "Flash"-Speicher, einer Zentralverarbeitungseinheit (CPU) und Eingangs-/Ausgangsabschnitten, die die Schnittstellen mit den Umgebungs- und Systemsensoren und dem Regler bilden. Der Nurlesespeicher des Digitalcomputers der Steuerung enthält

die Anweisungen, die erforderlich sind, um die grundsätzlichen Eingangs-/Ausgangsabschnitten auszuführen. Der elektrisch programmierbare "Flash"-Speicher enthält die Anweisungen, die erforderlich sind, um geeignete Steueralgorithmien auszuführen. Der elektrisch programmierbare Nurlesespeicher (EPROM) enthält die Kalibrierung von Konstanten, mit denen die verschiedenen Betriebsparameter gegebenenfalls verglichen werden. Ein spezifisches Programm zur Ausführung der Erfindung kann von Fachleuten unter Verwendung herkömmlicher Informationsverarbeitungssprachen erstellt werden.

[0013] Das in Fig. 1 gezeigte System 2 kann auf eine Anzahl verschiedener Wege betrieben werden. Beispielsweise ist, um eine Wasserneutralität in den Systemen zu erreichen, ein Kondensator in dem Brennerabgasstrom vorgesehen. Eine wirksame Wassersammlung ist jedoch sehr temperatur- und druckabhängig. Diesbezüglich verringert sich bei konstantem Druck die Fähigkeit zur Kondensation von Wasser, wenn die Umgebungstemperatur zunimmt. Ähnlicherweise verringert sich bei konstanter Temperatur die Fähigkeit zur Kondensation von Wasser, wenn der Umgebungsdruck abnimmt. Daher wird gemäß eines Aspektes der vorliegenden Erfindung der Gegendruck auf das System 2 erhöht, wenn die Umgebungstemperatur ansteigt, um die Fähigkeit des Kondensators / der Kondensatoren zum Kondensieren von Wasser darin zu steigern. Wenn der Wasserbehälter 14 eine ausreichende Menge an Wasser enthält, um die Systemanforderungen zu erfüllen zu stellen, arbeitet das System 2 unter normalen Bedingungen (d. h. Bedingungen mit verringertem Druck), und der Kondensator 36 erzeugt genügend Wasser, um das Niveau des Wassers in dem Behälter 14 bei einem ausreichend hohen Niveau beizubehalten. Jedoch kann unter Bedingungen hoher Temperatur oder hoher geographischer Höhe der Kondensator 36 nicht genug Wasser kondensieren (sofern er nicht übermäßig groß ist), und das Niveau des Wassers in dem Behälter 14 fällt ab. Wenn das Niveau des Wassers in dem Behälter 14 unter ein befriedigendes Niveau abfällt, sendet der Wasserniveausensor 54 ein Signal an die Steuerung 44, die ihrerseits ein Steuersignal 56 an den Gegendruckregler 42 sendet, der den Gegendruck 14 des Abgases, das den Kondensator 36 verläßt, erhöht und dadurch den Druck in dem gesamten System 2 erhöht.

[0014] Bei einer anderen Situation ist es erwünscht, den Kompressorausgangsdruck und daher den Eingangsdruck zu der Brennstoffzelle 4 ungeachtet des Umgebungsdruckes auf einem im wesentlichen konstanten Niveau beizubehalten. Daher kann es beispielsweise erwünscht sein, daß der Anodeneingangsdruck zu der Brennstoffzelle 4 auf Meereshöhe genau so groß wie auf einem Berggipfel ist. Um dies zu erreichen, überwacht der Drucksensor 48 den Druck in Leitung 20. Wenn der Druck in Leitung 20 bei einem Anstieg der geographischen Höhe abzufallen beginnt, signalisiert der Sensor 48 die Steuerung 44. Das Eingangssignal von dem Sensor 48 wird mit dem Soll-Druck verglichen, der in der Steuerung vorhanden ist. Wenn der erfaßte Druck niedriger als der voreingestellte Druck ist, signalisiert die Steuerung 44 dem Regler 42, den Gegendruck auf das System zu erhöhen, bis der Druck in Leitung 20 auf den Soll-Druck zurückkehrt. Alternativ dazu kann es erwünscht sein, mit einem Kompressorausgangsdruck zu arbeiten, der sich stets an seinem effizientesten Punkt befindet, und um den Systemgegendruck einzustellen, um den Kompressor so beizubehalten, daß er ungeachtet der Umgebungstemperatur oder dem Umgebungsdruck an dem Punkt seines höchsten Wirkungsgrades arbeitet.

[0015] - Es kann auch erwünscht sein, den Gesamtsystemwirkungsgrad wenn möglich zu maximieren. Zu diesem

Zweck ist es erforderlich, die Störlast auf das System zu verringern, die durch die Energieanforderungen des Kompressors 18 bewirkt wird. Um dies zu erreichen, liefern die Drucksensoren 46, 48 und 53 und der Temperatursensor 52 geeignete Signale an die Steuerung 44, die ihrerseits ein Signal 56 liefert, das den Druckregler 42 steuert und damit zur Folge hat, daß dieser den Gegendruck auf das System 2 verringert. Dadurch wird das Kompressorverhältnis (d. h. P_2/P_1) verringert, was seinerseits die Leistung verringert, die erforderlich ist, um den Kompressor 18 anzutreiben, was den Gesamtwirkungsgrad des Systems verbessert.

[0016] Verschiedene Systemanforderungen stellen konkurrierende Anforderungen an den Druckregler hinsichtlich des Gegendrucks, den dieser entwickelt. Daher wird beispielsweise, während mehr Wasser bei höheren Drücken kondensiert werden kann, dies auf Kosten höherer Leistungsanforderungen von dem Kompressor geschehen, was seinerseits in einem niedrigeren Gesamtsystemwirkungsgrad resultieren kann. Ähnlicherweise ist es möglich, daß der Gegendruck für eine Anforderung für ein richtiges Funktionieren des Kompressors 18 nachteilig sein könnte, wenn der gewählte Gegendruck den Kompressor zwingt, außerhalb seiner akzeptablen Betriebshüllkurve zu arbeiten. Daher sollte dies, wenn der Gegendruck für einen Zweck eingestellt wird, beispielsweise, um eine Wasserneutralität zu erreichen, auf eine Art und Weise ausgeführt werden, die sicherstellt, daß andere Systemanforderungen erfüllt werden. Daher kann es beispielsweise erforderlich sein, den Systemgegendruck bei höheren Höhen zu verringern, um das Kompressorverhältnis auf ein akzeptables Niveau zu verringern, sogar dann, obwohl aus Wasserneutralitätsgründen höhere Drücke erwünscht wären. Um diese konkurrierenden Anforderungen berücksichtigen zu können, werden Prüfstandversuche durchgeführt, um den besten Kompressorgegendruck für das System bei einer Vielzahl von Kombinationen aus Umgebungstemperaturen und -drücken zu bestimmen, der die Wasser- und Wirkungsgradanforderungen des Systems erfüllt. Die Daten, die aus diesen Versuchen erhalten werden, werden dazu verwendet, eine Nachschlagetabelle zu bilden, die in der Steuerung 44 gespeichert ist. Während des Betriebs des Fahrzeugs liefern die Sensoren 53 und 52 Umgebungsdruckeingänge und Umgebungstemperatureingänge an die Steuerung 44, die die Nachschlagetabelle dazu verwendet, um den besten Gegendruck (d. h. den Zielgegendruck) zu bestimmen und den Regler 42 dementsprechend einzustellen. Der Sensor 50 teilt der Steuerung 44 mit, wenn der Zielgegendruck erreicht ist. Es können auch andere Variablen, wie beispielsweise das Kompressorverhältnis, die relative Feuchte, die Brennstoffzellenausgangsleistung, etc. für ein noch weiter entwickeltes Steuerschema in der Nachschlagetabelle aufgenommen werden. [0017] Im folgenden werden einige typische Fahrzeugfahrtszenarien beschrieben, auf die die vorliegende Erfindung anwendbar ist. Diese Szenarien beruhen auf einem Brennstoffzellenstapel, der bei einer Temperatur zwischen etwa 70°C und 90°C, einer Temperatur des Wasserbehälters 14 von größer als 0°C, einer Auslaßtemperatur des Kondensators 36 zwischen etwa 50°C und 80°C und einem Kompressoranfangsdruck zwischen etwa 110 und 300 kPa arbeitet. SZENARIO 1 – Das Fahrzeug wird unter normalen Bedingungen mit niedrigem Gegendruck gestartet und aufgewärmt. Da die Anordnung und andere Systemkomponenten immer noch kalt sind, ist es leicht, Wasser zu kondensieren – und somit füllt sich der Wasserbehälter 14 leicht auf ein Niveau A, das in Fig. 1 gezeigt ist. Wenn, nachdem das System seine Betriebstemperatur erreicht hat, das Wasserniveau unter Niveau C abfällt, wird der Regler 42 eingestellt, um den Gegendruck zu erhöhen und somit zu bewirken, daß

der Kondensator 36 mehr Wasser kondensiert und dieses an den Behälter 14 befördert. Wenn das Wasserniveau Niveau B erreicht, wird der Gegendruck anschließend verringert, um ein Wasserniveau in dem Behälter zwischen Niveau A und Niveau C beizubehalten. SZENARIO 2 – Wenn das Fahrzeug bei einer normalen Höhe (d. h. zwischen Meereshöhe und Berggipfel) aber an einem sehr heißen Tag betrieben wird, ist es erwünscht, das Wasserniveau zwischen den Niveaus A und B beizubehalten. Wenn das Wasserniveau unter Niveau B abfällt, wird der Gegendruck erhöht, um die Kondensation des Wassers in dem Kondensator zu steigern, bis ausreichend Wasser in dem Behälter 14 angesammelt ist. Wenn das Wasserniveau nach dem Erreichen von Niveau B weiterhin abfällt, wird der Leistungsausgang von der Brennstoffzelle verringert, um so den Bedarf des Systems nach Wasser zu verringern, bis sich in dem Behälter 14 ausreichend Wasser ansammeln kann. SZENARIO 3 – Wenn der Umgebungsdruck niedrig (beispielsweise bei hohen Höhen) ist, wird der Gegendruck anfänglich verringert, damit der Kompressor 18 weiterhin in seiner wirksamen Betriebshüllkurve arbeitet. Der Gegendruck wird anschließend erhöht, um mehr Wasser anzusammeln (beispielsweise auf Wasserniveau B und C). Das System pendelt dann zwischen den höheren und niedrigeren Rückdrücken je nach Bedarf hin und her, um das System betriebsfähig zu halten. SZENARIO 4 – Um das Fahrzeug unter Bedingungen bei normaler Höhe und normaler Temperatur zu beschleunigen, wird der Gegendruck verringert, um einen Nettoleistungsanstieg zu ermöglichen. Wenn unter diesen Bedingungen von Beschleunigung, Temperatur und Druck das Wasserniveau unter das Niveau C abfällt, wird der Gegendruck erhöht, um sicherzustellen, daß genügend Wasser angesammelt ist. Nachdem eine Beschleunigung beendet ist, wird das System zu seinem normalen Betriebsgegendruck zurückgeführt.

SZENARIO 5 – Andererseits wird, wenn das Fahrzeug unter der Bedingung einer hohen geographischen Höhe beschleunigt, der Gegendruck erhöht, wenn das Wasserniveau unter Punkt B abfällt, wird aber ansonsten auf dieselbe Art und Weise betrieben, wie im Szenario 4 beschrieben ist. [0018] Fig. 2 zeigt eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die im wesentlichen dieselbe wie die ist, die in Fig. 1 dargestellt ist, aber mit dem Zusatz eines Kondensators 56 zur Kondensation von Wasser von dem Kathodenabgas 24 und einem Kondensator 58 zur Kondensation von Wasser von dem Anodenabgas 10. Ansonsten arbeitet dieses System auf dieselbe Art und Weise, wie oben in Verbindung mit Fig. 1 beschrieben ist, wobei aber die Kondensatoren 56 und 58 auf dieselbe Art und Weise ansprechen, wie in Verbindung mit Kondensator 36 oben beschrieben ist. Eine andere Änderung (nicht gezeigt) von Fig. 1 umfaßt eine Expansionseinrichtung entweder zwischen dem Brenner 30 und dem Kondensator 36 oder nach dem Kondensator 36 zum Abfangen und Wiederverwenden eines Teils der Energie in dem Brennerabgas 32 (beispielsweise um den Kompressor 18 anzutreiben). Wenn eine Expansionseinrichtung verwendet wird, könnten zusätzliche Sensoren an dem Expansionseinrichtungseinlaß und -auslaß angeordnet und mit der Steuerung zur Verwaltung der kombinierten Betriebshüllkurven des Kompressors und der Expansionseinrichtung in Einklang mit den Druckanforderungen der Brennstoffzelle und dem Kondensator / den Kondensatoren gekoppelt sein.

[0019] Fig. 3 zeigt eine noch weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die Wasserstoffquelle reiner Wasserstoff (anstatt reformierter Wasserstoff) ist, der in einem geeigneten Druckbehälter, kryogenen Behälter oder Adsorptionsbehälter 60 gespeichert ist. Der Wasserstoff wird an die Anodenseite der Brennstoffzelle 62 über

Leitung 64 geliefert, und das Anodenabgas 66 wird an einen Brenner 68 geliefert, wo es zusammen mit Luft 70 vor einem Austrag an die Umgebung über Leitung 72 verbrannt wird. Die Umgebungsluft 74 wird in den Kompressor 76 komprimiert und über Leitung 78 in einen Kühler 80 und anschließend in einen Befeuchter 82 über Leitung 84 ausgetragen. Die gekühlte und befeuchtete Luft wird anschließend in die Kathodenseite der Brennstoffzelle 62 über Leitung 92 eingeführt. Das Kathodenabgas verläßt die Brennstoffzelle 62 in Leitung 84 und fließt in einen Kondensator 86 und anschließend in einen Wasserzyklonabscheider 88 vor einem Austrag an die Umgebung über Druckregler 90. Bei dieser Ausführungsform ist es erwünscht, den Druck der Eingangsluft zu der Brennstoffzelle 62 (d. h. in Leitung 92) im wesentlichen konstant oder in der Nähe eines voreingestellten Druckpunktes ungeachtet von Änderungen bei der Umgebungstemperatur oder dem Umgebungsdruck zu halten. Zu diesem Zweck überwacht ein Drucksensor 94 in Verbindung mit der Einlaßleitung 92 den Druck in der Leitung 92 und sendet ein Signal zurück an eine Steuerung 96. Die Steuerung vergleicht den Druck in Leitung 92 mit dem gewünschten voreingestellten Druckwert und sendet ein Signal 98 an den Druckregler 90, um den Gegendruck in Leitung 100 einzustellen, wie es erforderlich ist, um den Eingangsdruck in Leitung 92 im wesentlichen konstant (d. h. auf oder in der Nähe des voreingestellten Wertes) zu halten. Zu diesem Zweck erhöht der Druckregler 90 den Gegendruck, wenn das Fahrzeug zu immer noch höheren Höhen gefahren wird, und verringert den Gegendruck, wenn das Fahrzeug auf eine normale Höhe zurückkehrt. Ein Drucksensor 102 überwacht den Gegendruck in Leitung 100 und sendet ein Signal, das diesen angibt, an die Steuerung 96. [0020] Es ist ein Brennstoffzellensystem offenbart, das einen dynamisch gesteuerten Druckregler zur Änderung des Gegendruckes auf das System bei variierenden Umgebungstemperaturen und -drücken umfaßt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H₂-haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O₂-haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, und einen Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, mit den Schritten, daß:
ein modulierbarer Druckregler unterstromig des Kathodenauslasses zur Änderung des Gegendruckes des Kathodenabgases vorgesehen wird;
die Umgebung um das System herum erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;
zumindest ein Betriebszustand des Systems erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird; und
der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf die Signale zur Optimierung der Leistung des Systemes in der Umgebung moduliert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erfassung der Umgebung die Erfassung des Umgebungsdruckes umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erfassung der Umgebung die Erfassung der Umgebungstemperatur umfaßt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zumindest eine Betriebszustand die Menge an Wasser umfaßt, die

während des Betriebs des Systemes gesammelt wird, und die Optimierung eine Erhöhung des Gegendruckes umfaßt, wenn die Umgebungstemperatur ansteigt.

5. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der zumindest eine Betriebszustand den Ausgangsdruck des Kompressors umfaßt, und die Optimierung eine Erhöhung des Gegendruckes umfaßt, wenn der Umgebungsdruck abnimmt, um den Ausgangsdruck im wesentlichen beizubehalten.

6. Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H₂-haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß umfaßt, der ein O₂-haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle und einem Brenner, der die Anoden- und Kathodenabgase verbrennt, um ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen, und einem Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag von Abgas von dem Brenner, mit den Schritten, daß:

ein modulierbarer Druckregler unterstromig des Abgasauslasses vorgesehen wird;
der Umgebungsdruck, dem das System ausgesetzt ist, erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

die Umgebungstemperatur, der das System ausgesetzt ist, erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

der Gegendruck des Abgases oberstromig des Reglers erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf zumindest eines der Signale moduliert wird, um so den Gegendruck des Systems unter sich ändernden System- und/oder Umgebungsbedingungen zu ändern.

7. Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H₂-haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O₂-haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, mit den Schritten, daß:

ein modulierbarer Druckregler unterstromig des Kathodenauslasses zur Änderung des Druckes des Kathodenabgases vorgesehen wird;

der Ausgangsdruck des Kompressors erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird; und

der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf das Signal moduliert wird, um den Gegendruck in Ansprechen auf den Ausgangsdruck zu ändern, um so den Ausgangsdruck ungeachtet von Änderungen des Umgebungsdruckes im wesentlichen konstant beizubehalten.

8. Verfahren zur Steuerung eines wassererzeugenden Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H₂-haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O₂-haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, einem Brenner, der die Anoden- und Kathodenabgase verbrennt, um ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen, einem Abgasauslaß von dem Brenner zum

Austrags des Abgases von dem Brenner, und einem Wasserkondensator in Verbindung mit dem Abgasauslaß zur Kondensation von Wasser aus dem Abgas, mit den Schritten, daß:

ein modulierbarer Druckregler unterstromig des Abgasauslasses vorgesehen wird, um den Gegendruck auf das System zu ändern;
die Umgebungstemperatur, der das System ausgesetzt ist, erfaßt und ein Signal, das diese angibt, an eine Steuerung gesendet wird;
der Gegendruck des Abgases oberstromig des Reglers erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an die Steuerung gesendet wird; und
der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf die Signale moduliert wird, um so den Gegendruck bei erhöhten Umgebungstemperaturen zu erhöhen und somit die Wirksamkeit des Kondensators bei der Kondensation des Wassers bei den erhöhten Umgebungstemperaturen zu steigern.

9. Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle und einem Brenner, der die Anoden- und Kathodenabgase verbrennt, um ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen, und einem Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag des Abgases von dem Brenner, mit den Schritten, daß:

ein modulierbarer Druckregler unterstromig des Abgasauslasses vorgesehen wird;
der Umgebungsdruck, dem das System ausgesetzt ist, erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;
die Umgebungstemperatur, der das System ausgesetzt ist, erfaßt, und ein Signal, das diese angibt, an eine Steuerung gesendet wird;
der Ausgangsdruck des Kompressors erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

der Gegendruck des Abgases oberstromig des Reglers erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird; und

der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf zumindest eines der Signale moduliert wird, um so den Gegendruck des Systems unter sich ändernden System- und/oder Umgebungsbedingungen zu ändern.

10. Verfahren zur Steuerung eines wassererzeugenden Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenauslaßgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, einem Behälter zum Sammeln von Wasser zum Gebrauch in dem System und einem Brenner, der die Anoden- und Kathodenabgase verbrennt, um ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen, einem Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag des Abgases von dem Brenner, einem Wasserkondensator in Verbindung mit dem Abgasauslaß zur Kondensation von Wasser aus dem Abgas, einem Behälter zum Sammeln von Wasser von dem Kondensator zum Gebrauch in dem System, mit den Schritten, daß:

ein modulierbarer Druckregler in Verbindung mit dem

Abgasauslaß zur Änderung des Gegendruckes auf das System vorgesehen wird;

die Umgebungstemperatur, der das System ausgesetzt ist, erfaßt und ein Signal, das diese angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

das Wasserniveau in dem Tank detektiert wird;

der Gegendruck des Abgases oberstromig des Reglers erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an die Steuerung gesendet wird; und

der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf die Signale moduliert wird, um so den Gegendruck zu erhöhen, wenn das Wasserniveau unterhalb eines vorbestimmten Niveaus liegt, und um den Gegendruck zu verringern, wenn das Wasserniveau oberhalb des vorbestimmten Niveaus liegt.

11. Verfahren zur Steuerung eines wassererzeugenden Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, einem Behälter zum Sammeln von Wasser zum Gebrauch in dem System, und einem Brenner, um die Anoden- und Kathodenabgase zu verbrennen und ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen, einem Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag des Abgases von dem Brenner, einem Wasserkondensator in Verbindung mit dem Abgasauslaß zur Kondensation von Wasser aus dem Abgas, einem Behälter zum Sammeln von Wasser von dem Kondensator zum Gebrauch in dem System, mit den Schritten, daß:

ein modulierbarer Druckregler in Verbindung mit dem Abgasauslaß vorgesehen wird, um den Gegendruck auf das System zu ändern;

der Umgebungsdruck, dem das System ausgesetzt ist, erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

die Umgebungstemperatur, der das System ausgesetzt ist, erfaßt, und ein Signal, das diese angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

der Ausgangsdruck des Kompressors erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

das Wasserniveau in dem Behälter detektiert wird;

der Gegendruck des Abgases oberstromig des Reglers erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an die Steuerung gesendet wird; und

der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf die Signale moduliert wird, um so den Gegendruck zu erhöhen, wenn das Wasserniveau unterhalb eines vorbestimmten Niveaus ist, und den Gegendruck zu verringern, wenn das Verhältnis des Ausgangsdruckes zu dem Umgebungsdruck außerhalb einer normalen Betriebshüllkurve des Kompressors liegt.

12. Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensystems mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, mit den Schritten, daß:

ein modulierbarer Druckregler unterstromig des Kathodenauslasses zur Änderung des Druckes des Kathodenabgases vorgesehen wird;

der Einlaßdruck zu dem Kompressor erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird;

der Ausgangsdruck des Kompressors erfaßt und ein Signal, das diesen angibt, an eine Steuerung gesendet wird; und

der Regler über die Steuerung in Ansprechen auf die Signale moduliert wird, um den Gegendruck zu verringern, wenn das Verhältnis des Ausgangsdruckes zu dem Einlaßdruck außerhalb der normalen Betriebshüllkurve des Kompressors liegt.

13. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle und einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, mit:

einem modulierbaren Druckregler in Verbindung mit dem Kathodenauslaß zur Änderung des Gegendruckes des Kathodenabgases;

einem Drucksensor zur Erfassung des Kompressorausgangsdruckes und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung;

einer Steuerung in Verbindung mit dem Druckregler und dem Sensor zur Modulation des Reglers, um so den Gegendruck in Ansprechen auf den Ausgangsdruck des Kompressors zu ändern und den Ausgangsdruck ungeachtet des Umgebungsdruckes im wesentlichen konstant zu halten.

14. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, einem Brenner zum Verbrennen der Anoden- und Kathodenabgase, um ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen, und einem Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag des Abgases von dem Brenner, mit:

einem modulierbaren Druckregler in Verbindung mit dem Abgasauslaß zur Änderung des Gegendruckes des Abgases;

einem ersten Drucksensor zur Erfassung des Umgebungsdruckes und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung;

einem ersten Temperatursensor zur Erfassung der Umgebungstemperatur und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung;

einem zweiten Drucksensor zur Erfassung des Gegendruckes des Abgases und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung; und

einer Steuerung in Verbindung mit dem Druckregler zur Modulation des Reglers, um so den Gegendruck in Ansprechen auf die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck sowie den Gegendruck zu ändern.

15. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, einem Brenner zum Verbrennen der Anoden- und Kathodenabgase, um ein wasserhaltiges Ab-

gas zu erzeugen, und einem Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag des Abgases von dem Brenner, mit:

einem modulierbaren Druckregler in Verbindung mit dem Abgasauslaß zur Änderung des Gegendruckes des Abgases;

einem ersten Drucksensor zur Erfassung des Umgebungsdruckes und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung;

einem ersten Temperatursensor zur Erfassung der Umgebungstemperatur und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung;

einem zweiten Drucksensor zur Erfassung des Kompressorausgangsdruckes und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung;

einem dritten Drucksensor zur Erfassung des Gegendruckes des Abgases und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an die Steuerung; und

einer Steuerung in Verbindung mit dem Druckregler zur Modulation des Reglers, um so den Gegendruck in Ansprechen auf die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck, den Ausgangsdruck des Kompressors und den Gegendruck zu ändern.

16. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelle, die einen Anodenauslaß, der ein H_2 -haltiges Anodenabgas austrägt, und einen Kathodenauslaß aufweist, der ein O_2 -haltiges Kathodenabgas austrägt, einer Wasserstoffquelle zur Lieferung von Wasserstoff an eine Anode der Brennstoffzelle, einem Luftkompressor zur Lieferung von Sauerstoff an eine Kathode der Brennstoffzelle, einem Brenner, der die Anoden- und Kathodenabgase verbrennt, um ein wasserhaltiges Abgas zu erzeugen, einem Abgasauslaß von dem Brenner zum Austrag des Abgases von dem Brenner, einem Kondensator zum Kondensieren von Wasser aus dem Abgas und einem Behälter zum Sammeln von Wasser von dem Kondensator zum Gebrauch in dem System, mit:

einem modulierbaren Druckregler in Verbindung mit dem Abgasauslaß zur Änderung des Gegendruckes des Abgases;

einem ersten Drucksensor zur Erfassung des Umgebungsdruckes und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an eine Steuerung;

einem ersten Temperatursensor zur Erfassung der Umgebungstemperatur und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an eine Steuerung;

einem zweiten Drucksensor zur Erfassung des Gegendruckes des Abgases und zum Senden eines Signales, das diesen angibt, an eine Steuerung;

einem Niveaudetektor in Verbindung mit dem Behälter zur Detektion des Wasserniveaus in dem Behälter und zum Senden eines Signales, das dieses angibt, an eine Steuerung; und

einer Steuerung in Verbindung mit dem Druckregler zur Modulation des Reglers, um so den Gegendruck in Ansprechen auf die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck, den Gegendruck und das Wasserniveau in dem Behälter zu ändern.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

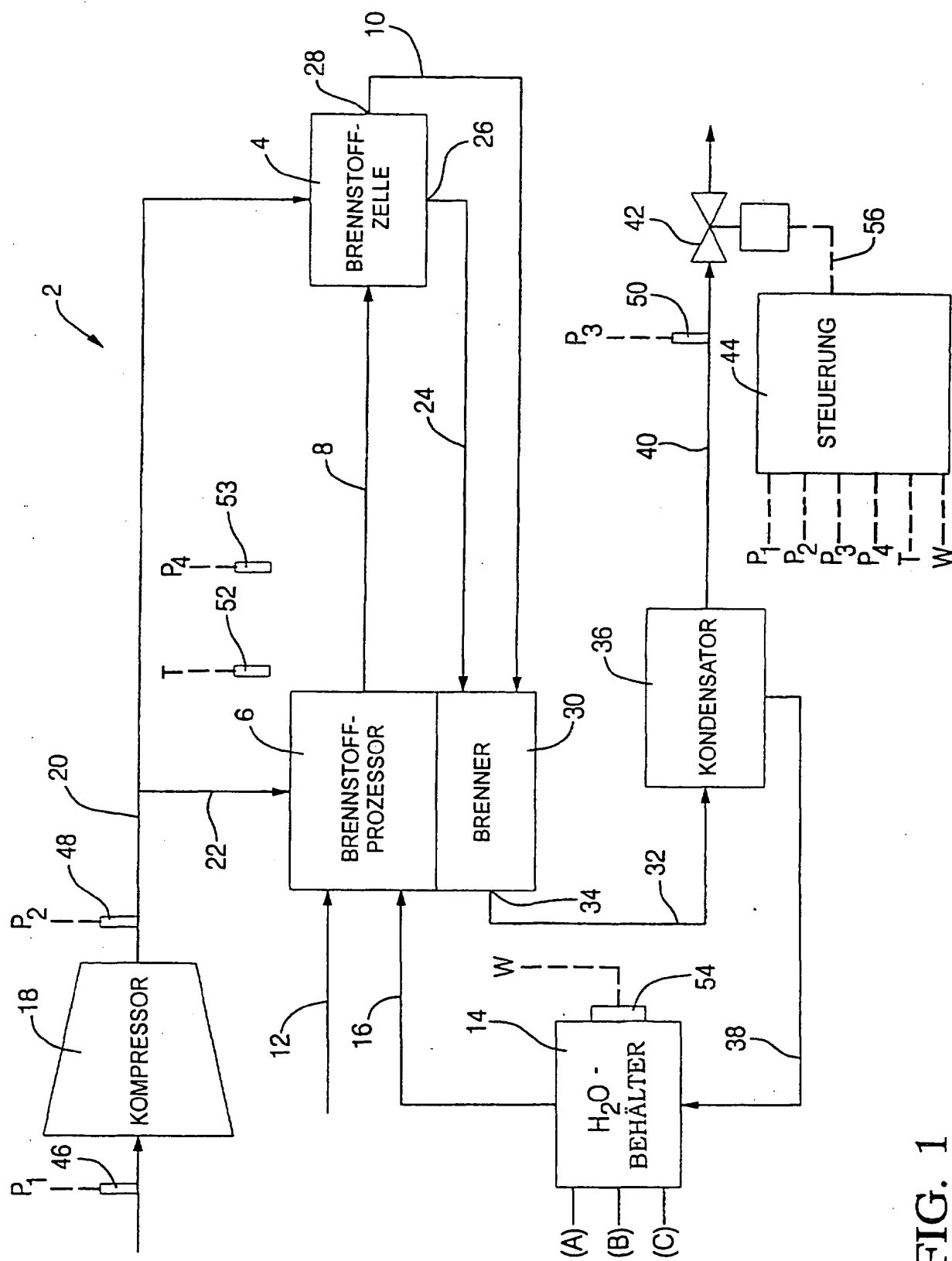


FIG. 1

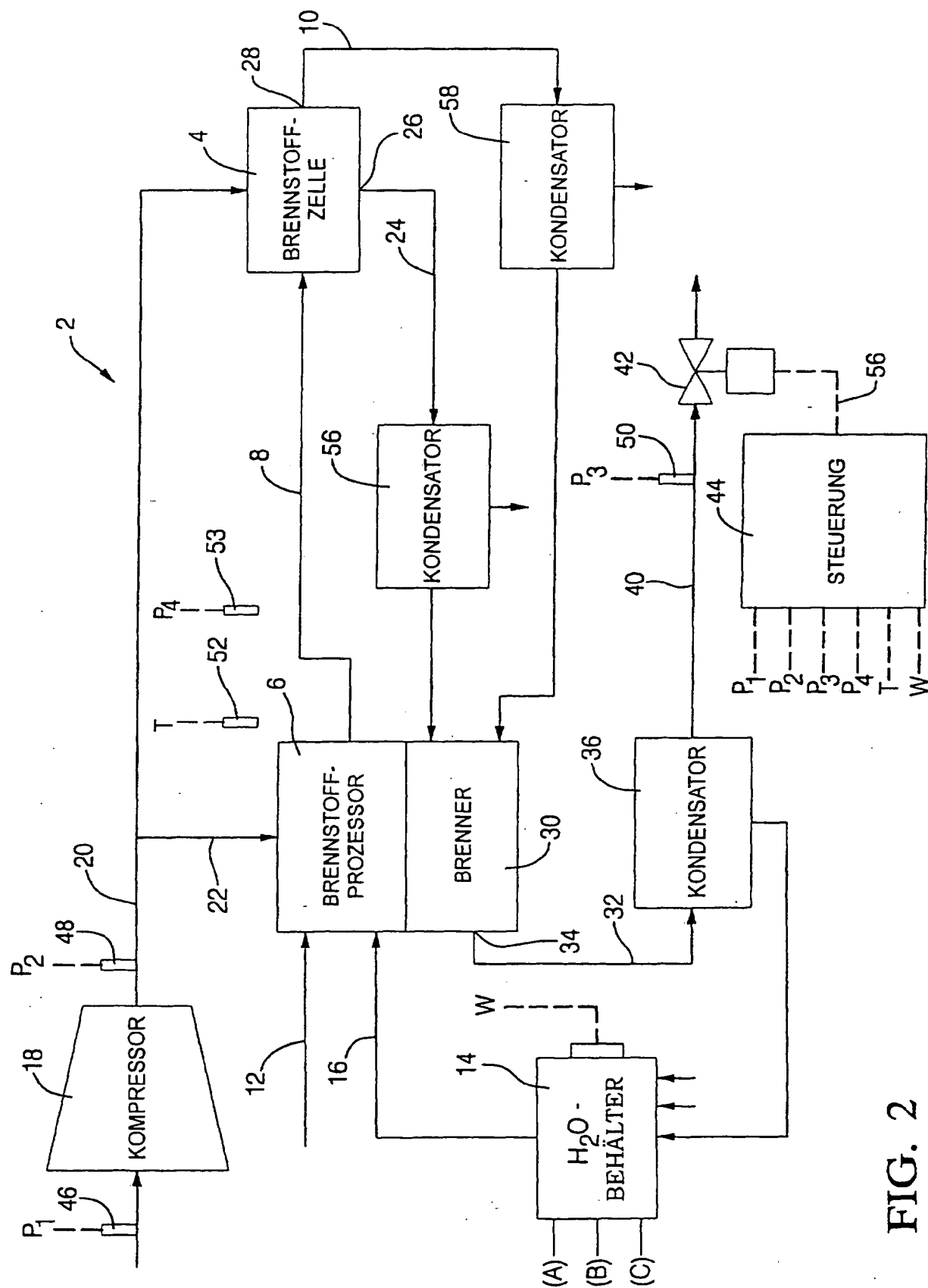


FIG. 2

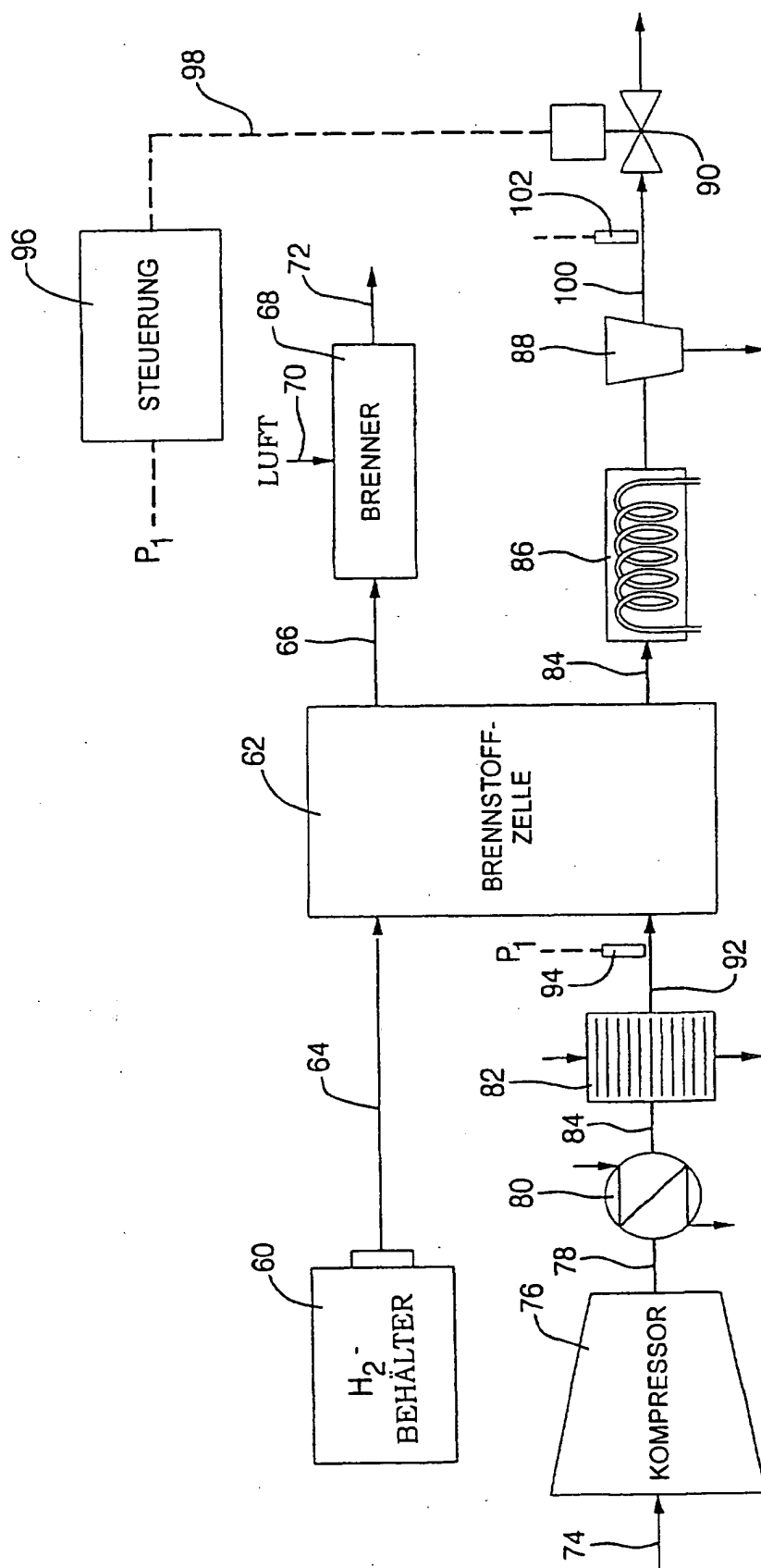


FIG. 3